

Spherical-head milling cutter for producing any type of work-piece surfaces has a shank and a cutting part with a cutting edge lying on a sphere's surface

Publication number: DE102007010163 (A1)

Publication date: 2008-09-04

Inventor(s): NEUBOLD KARL-HEINZ [DE] +

Applicant(s): SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY [SE] +

Classification:


- international: *B23C5/10; B23C5/12; B23C5/02; B23C5/10*


- European: B23C5/10


Application number: DE200710010163 20070228


Priority number(s): DE200710010163 20070228

Also published as:


 US2010172703 (A1)


 JP2010520064 (T)


 WO2008104538 (A1)

 EP2125276 (A1)

Cited documents:

 DE10322342 (A1)

 US4968185 (A)

 WO2006103649 (A2)

Abstract of DE 102007010163 (A1)

In order to create a spherical-head milling cutter with special features, which, regarding quantity of metal removed and surface roughness, are more efficient than standard spherical-head milling cutters, and are in a position to produce finer concave contours than a standard spherical-head milling cutter with the same nominal radius (R), a cutting part (2) has cutting edges (3a-3c) each lying on different spherical surfaces with radii (Ra-Rc) equal to the nominal radius.

Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2007 010 163 A1 2008.09.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2007 010 163.7

(22) Anmeldetag: 28.02.2007

(43) Offenlegungstag: 04.09.2008

(51) Int Cl.⁸: **B23C 5/12** (2006.01)
B23C 5/10 (2006.01)

(71) Anmelder:
Sandvik Intellectual Property AB, Sandviken, SE

(72) Erfinder:
Neubold, Karl-Heinz, 75248 Ölbronn-Dürm, DE

(74) Vertreter:
Dr. Weber, Dipl.-Phys. Seiffert, Dr. Lieke, 65183
Wiesbaden

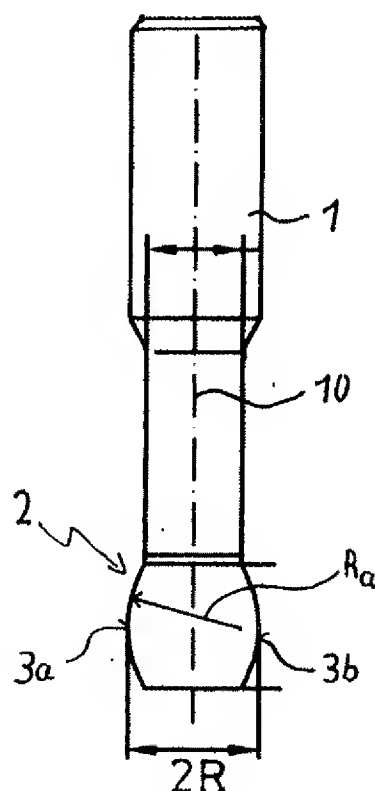
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:
DE 103 22 342 A1
US 49 68 195
WO 06/1 03 649 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: Kugelkopffräser

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kugelkopffräser mit einem Schaft (1) und einem Schneidteil (2), welches mindestens eine auf einer Kugelfläche liegende Schneidkante aufweist. Um einen Kugelkopffräser mit den eingangs genannten Merkmalen zu schaffen, die hinsichtlich Zerspanungsleistung und Rauhtiefe effizienter sind als herkömmliche Kugelkopffräser des gleichen Nenndurchmessers und die dennoch in der Lage sind, feinere konkave Konturen herzustellen als ein herkömmlicher Kugelkopffräser mit gleichem Nennradius, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß das Schneidteil mindestens zwei Schneidkanten (3a, 3b, 3c) aufweist, die auf jeweils mindestens zwei verschiedenen Kugelflächen liegen, deren Radius (R_a , R_b und R_c) mindestens gleich dem Nennradius (R) ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kugelpkopfräser mit einem Schaft und einem Schneidteil, welches mindestens eine auf einer Kugelfläche liegende Schneidkante hat.

[0002] Entsprechende Kugelpkopfräser, deren Schneiden in der Seitenansicht einem Kreisbogen folgen, der, von einer Seite aus des Schneidteils ausgehend, zunächst mit einem annähernd achsparallelen Abschnitt beginnt und von dort über einen konstanten Krümmungsradius zur Spitze bzw. zum Zentrum des Bohrers verläuft, sind im Stand der Technik bekannt. Der Name Kugelpkopfräser beschreibt dabei anschaulich das Erscheinungsbild eines solchen Fräasers, dessen Schneidteil in einer Seitenansicht als Kugel oder Teil einer Kugel erscheint. Die Schneide bzw. eine dem eben beschriebenen Schneidenabschnitt entsprechender Abschnitt setzt sich bei Fräsern mit einer geraden Anzahl von Schneiden auf der diametral gegenüberliegenden Seite fort und verläuft vom Zentrum bzw. von der Achse aus über einen Bogen mit demselben Radius und demselben Krümmungsmittelpunkt zur anderen Seite hin, wo sie in etwa achsparallel ausläuft.

[0003] Aus Gründen einer vereinfachten Systematik wird eine solche sich durch bzw. über die Achse erstreckende Schneide im Sinne der vorliegenden Erfindung als eine (einzige) Schneide betrachtet, da sie entlang eines durchgehenden Kreisbogens mit konstantem Radius und einem einzigen festen Krümmungsmittelpunkt verläuft, obwohl klar ist, dass sich beim Durchtritt der Schneide durch die Achse des Fräasers die Richtung der Spanflächen selbstverständlich umkehrt, so dass man auch von zwei Schneiden sprechen könnte, die sich jeweils vom Umfang entlang eines Bogens zum Zentrum des Fräasers bzw. dem Zenit einer gedachten Kugeloberfläche erstrecken. Im Bereich der Achse (bzw. am Zenit der Kugelfläche) kann die betreffende Schneide daher eine kurze Übergangsschneide oder Querschneide, Ausspitzungen oder auch eine Unterbrechung aufweisen. Unabhängig davon, ob man die Schneide durchgehend als eine Schneide betrachtet oder jeweils nur die von der Achse ausgehenden Abschnitte jeweils für sich als eigene Schneiden ansieht, bleibt jedoch das allen herkömmlichen Kugelfräsern gemeinsame Merkmal, daß alle Schneiden eines herkömmlichen Kugelpkopfräasers auf einer gemeinsamen Kugeloberfläche liegen.

[0004] Allerdings müssen die Schneiden nicht zwingend auch in einer die Fräserachse enthaltenden Ebene liegen, sondern sie können auch gewisse Umfangskomponenten enthalten und zum Beispiel entlang einer Schraubenlinie um die Fräserachse auf dem Umfang einer gedachten Kugel verlaufen.

[0005] Derartige Kugelpkopfräser dienen im allgemeinen zur Herstellung beliebiger Werkstückoberflächen, vor allem von ein- oder zweidimensional gekrümmten Werkstückoberflächen, auch wenn die Herstellung ebener Flächen mit Hilfe von Kugelpkopfräsern nicht ausgeschlossen ist, wobei allerdings ebene Flächen mit Planfräsern bzw. Schaftfräsern oder Stirnfräsern und auch manche (axial kurze) nur in einer Richtung gekrümmte Flächen mit Schaftfräsern im allgemeinen rationeller hergestellt werden.

[0006] Die mit Kugelpkopfräsern hergestellten Oberflächen weisen jedoch im allgemeinen eine deutlich größere Rauhtiefe auf als die ebenen oder nur in einer Richtung gekrümmten Oberflächen, die mit den vorgenannten Fräsertypen hergestellt werden. Konkret hängt die Rauhtiefe zum einen vom sogenannten „Zeilenvorschub“ (wenn der Kugelpkopfräser entlang der herzustellenden Oberfläche zeilenweise, d. h. entlang von in etwa parallelen Zeilen mit einem gewissen Zeilenabstand bzw. einer Zeilenbreite bewegt wird) und vom Zahnvorschub ab, d. h. vom Vorschub entlang einer solchen Zeile pro Schneidezahn bzw. pro Schneidkante. Grundsätzlich gilt, daß je größer die Zeilenbreite und je größer der Vorschub pro Zahn, desto größer ist auch die Rauhtiefe. In der Praxis wird man daher Zeilenbreite und Zahnvorschub so einstellen, daß die gewünschte Oberfläche mit einer akzeptablen Rauhtiefe hergestellt wird.

[0007] Dabei ist die Rauhtiefe neben den eben erwähnten Betriebsparametern vor allem auch vom Nenndurchmesser bzw. Nennradius des Kugelpkopfräasers abhängig, d. h. von dem Radius der Kugeloberfläche, auf welcher sich die Schneidkanten befinden. Dabei gilt grundsätzlich, daß bei gegebenem Zeilenvorschub und gegebenem Zahnvorschub die Rauhtiefe umso geringer ist, je größer der Durchmesser bzw. Radius des Kugelfräasers ist.

[0008] Allerdings haben Kugelpkopfräser mit größerem Radius den Nachteil, daß sich damit feinere Strukturen bzw. enge konkave Krümmungen der Oberflächen, die einen kleineren Radius als der Kugelpkopfräser haben, nicht unmittelbar herstellen lassen. Hierzu sind vielmehr Nacharbeiten mit anderen Werkzeugen bzw. mit weiteren Kugelpkopfräsern mit kleinerem Radius erforderlich. Dies macht den Einsatz von Kugelpkopfräsern mit großem Nennradius in vielen Fällen unwirtschaftlich.

[0009] Gegenüber diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kugelpkopfräser mit den eingangs genannten Merkmalen zu schaffen, der hinsichtlich Zerspansleistung und Rauhtiefe effizienter ist als herkömmliche Kugelpkopfräser des gleichen Nenndurchmessers und der dennoch in der Lage ist, feinere Konturen herzustellen.

[0010] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß mindestens eine Schneidkante, die sich im Mittel überwiegend in achsparalleler Richtung am Umfang des Schneidteils des Fräasers erstreckt, auf einer Kugeloberfläche verläuft, deren Mittelpunkt, von der Schneidkante aus gesehen, jenseits der Fräserachse liegt.

[0011] Dies bedeutet gleichzeitig, da die am Umfang verlaufende Schneidkante auch den Nennradius des Fräasers definiert, daß der Radius der Kugeloberfläche, auf welcher die besagte Schneidkante verläuft, größer ist als der Nennradius des Fräasers.

[0012] Ein solcher Kugelkopffräser erzeugt mit seiner relativ schwach gekrümmten, d. h. auf einer Kugel mit großem Kugelradius liegenden Schneidkante ein relativ breite flache Schneidkontur, die bei gegebenem Zeilenbreite und gegebenem Zahnvorschub eine entsprechend geringe Rauhtiefe hervorruft. Da aber diese Schneidkante gleichzeitig einen maximalen Abstand zur Fräserachse hat, der den Nennradius des Fräasers definiert und der kleiner ist als der Krümmungsradius der Schneidkante, können mit einem solchen Fräser auch konkave Strukturen erzeugt werden, deren Krümmungsradius deutlich kleiner ist als der Kugelradius.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, daß der Schneidteil mindestens zwei Schneidkanten aufweist, die auf jeweils mindestens zwei verschiedenen Kugelflächen liegen, deren Radius jeweils größer als der Nennradius des Fräasers ist.

[0014] Ein solcher Kugelkopffräser weist also Schneidkanten auf Kugeloberflächen auf, deren Radius größer ist der Nennradius des Fräasers, was gleichzeitig zur Folge hat, daß die Schneidkanten nicht mehr auf einer gemeinsamen Kugeloberfläche liegen können, sondern daß die beiden Kugeloberflächen, die zu den mindestens zwei verschiedenen Schneidkanten gehören, ihrerseits voneinander verschieden sind.

[0015] Dabei können gemäß einer Ausführungsform die Radien der verschiedenen Kugeloberflächen gleich sein, so dass sich die Kugeloberflächen nur durch die Lage ihrer Mittelpunkte unterscheiden. Selbstverständlich ist es auch möglich, Kugeloberflächen mit unterschiedlichen Radien an ein und demselben Kugelkopffräser vorzusehen, solange nur die Bedingung erfüllt ist, daß mindestens zwei Schneiden vorhanden sind, die jeweils auf einer anderen Kugeloberfläche liegen.

[0016] Wie alle Kugelfräser weist auch der erfindungsgemäße Kugelfräser ausschließlich gekrümmte, auf Kugeloberflächen liegende Schneidkanten auf, wenn man von etwaigen Fasen oder Übergängen zwischen auf verschiedenen Kugeloberflächen

liegenden Schneidkanten absieht, die eine gemeinsame Schneidecke bzw. einen Übergangsbereich aufweisen können, der mit einem deutlich kleineren Radius als dem der erwähnten Kugelflächen oder mit einer Abschrägung bzw. Fase ausgebildet ist.

[0017] Zweckmäßigerweise liegen die Schneidkanten in einer Meridianebene oder allgemeiner auf Großkreisen entsprechender Kugeloberflächen, wobei aber Krümmungen der Schneidkanten senkrecht zu einer Großkreisebene nicht grundsätzlich ausgeschlossen sind. Diese Krümmungen senkrecht zu einer Meridianebene bzw. einer durch einen Großkreis definierten Ebene sollten aber nach Möglichkeit nicht nennenswert von der Krümmung der Kugeloberfläche abweichen und vorzugsweise keinen kleineren Krümmungsradius als die Kugel aufweisen.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform sind mindestens zwei der mindestens zwei Schneiden symmetrisch zur Achse des Fräasers angeordnet, d. h. dass nach einer Drehung um einen bestimmten Rotationswinkel um die Fräserachse, der kleiner als 360° ist und zum Beispiel ein Bruchteil $1/n$, mit $n = 2, \dots, 12$, von 360° sein kann, eine Schneide exakt die vorherige Position einer anderen einnimmt. Auch gewisse kleine Abweichungen von einer solchen Rotations-symmetrie sind, beispielsweise zur Vermeidung von Vibrationen, zulässig, solange mindestens zwei der Schneiden auf einer gemeinsamen Rotationsfläche um die Achse des Fräasers liegen, die in einer die Achse enthaltenden Ebene die Krümmung von Kugelflächen mit verschiedenen Krümmungsmittelpunkten hat, und die in der zur Achse senkrechten Ebene einen kleineren Radius hat als die Kugeloberflächen, wobei dieser Radius der Rotationsfläche den Nennradius des Fräasers definiert.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform ist neben mindestens einer auf einer solchen Rotationsfläche liegenden Schneide mindestens eine auf einer Kugeloberfläche liegende Schneide vorgesehen, deren Mittelpunkt auf oder in der Nähe der Achse liegt und die sich gleichzeitig auch durch die Achse bzw. zu der Achse hin erstreckt. Diese Schneide liegt anschaulich gesprochen auf einer Kugelkappe, durch deren Zentrum die Achse des Fräasers verläuft. Die Lage einer solchen Schneide entspricht daher der Lage der Stirnschneiden auf einem Schaftfräser, unterscheidet sich jedoch von den Stirnschneiden eines Schaftfräasers durch ihre konstante Krümmung um einen Krümmungsmittelpunkt auf der Achse des Fräasers.

[0020] Vorzugsweise ist der Radius der Kugelflächen um mindestens 10% größer als der Nennradius und insbesondere um mindestens 30% größer als der Nennradius.

[0021] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung der Radius der Kugelflächen auf maxi-

mal das 10-fache, vorzugsweise auf maximal das 5-fache des Nennradius begrenzt. Sehr gute Ergebnisse konnten mit Kugelkopfräsern erzielt werden, die mehrere Schneiden auf Kugeloberflächen aufwiesen, deren Kugelradius zwischen dem 1,5-fachen und 5-fachen, zum Beispiel beim 4-fachen, des Nennradius lag (Grenzwerte eingeschlossen).

[0022] Dabei sollte gemäß einer Ausführungsform der Winkelsektor, über welchen sich eine entsprechende Schneide erstreckt, mindestens 30° und besser noch mindestens 40° betragen.

[0023] In der Regel ist der Winkel, über welchen sich eine solche Schneide erstreckt, jedoch kleiner als 120° und vorzugsweise auch kleiner als 90° . Dabei sind die verschiedenen Schneiden, die jeweils für sich einen größeren Krümmungsradius haben als es dem Nennradius entspricht, so an dem Schneidteil angeordnet, daß sie insgesamt von einer einhüllenden Zylinderfläche (mit der Rotationsachse des Fräsers als Zylinderachse) umfaßt werden, deren Radius dem Nennradius entspricht. Die Länge der ununterbrochen auf einer gegebenen Kugeloberfläche verlaufenden Schneidkanten sollte gemäß einer Ausführungsform jeweils mindestens in etwa 40% des Nennradius, besser noch in etwa der Hälfte oder noch besser mindestens dem 0,8-fachen des Nennradius entsprechen.

[0024] Die maximale Länge einer auf einer gegebenen Kugeloberfläche verlaufenden Schneidkante sollte nicht mehr als das 2,5-fache des Nennradius, beispielsweise nicht mehr als das 2-fache des Nennradius betragen und vorzugsweise unter dem 1,8-fachen des Nennradius liegen. Mindestens eine der Schneidkanten sollte eine sogenannte „Mantelschneide“ sein, d. h. eine Schneide, die über ihre Länge hinweg gemittelt, sich im wesentlichen in axialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung, d. h. in etwa parallel zu einer gedachten Zylindermanteloberfläche mit der Fräserachse als Zylinderachse, erstreckt. Eine solche Mantelschneide sollte einen Krümmungsmittelpunkt haben, der, von der Achse des Fräsers aus gesehen, auf der der Schneide gegenüberliegenden Seite der Achse liegt, was schon deshalb eine notwendige Bedingung ist, weil ansonsten der Nennradius nicht kleiner sein könnte als der Radius der Kugeloberfläche, auf welcher die Schneidkante verläuft.

[0025] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist weiterhin mindestens eine Stirnschneide vorgesehen, d. h. eine Schneide, die über ihre Länge hinweg gemittelt im wesentlichen senkrecht zur Fräserachse verläuft. Der Krümmungsmittelpunkt einer solchen Stirnschneide sollte auf der Achse oder zumindest in der Nähe der Achse des Kugelkopfräsers liegen, und zwar in einem maximalen Abstand von der Achse, der ein Zehnfaches des Nenndurchmes-

sers beträgt.

[0026] Eine solche Stirnschneide kann durch die Achse bzw. über die Achse hinweg verlaufen und wird, soweit die Stirnschneide beiderseits der Achse einen kontinuierlichen Verlauf hat, im Rahmen der vorliegenden Beschreibung als eine einzige Schneidkante betrachtet, auch wenn sich beim Durchgang durch die Achse die Richtung, in welche die jeweilige Spanfläche weist, umkehrt. Etwaige Ausspitzungen oder Querschneiden am Kreuzungspunkt einer solchen Schneide mit der Achse können selbstverständlich vorhanden sein, ändern aber nichts an der Betrachtung der auf derselben Kugeloberfläche liegenden Schneidkante als „eine“ Schneidkante.

[0027] Ansonsten könnten die stirnseitigen Schneidkanten auch jeweils nur von der Achse aus gemessen werden. Die obigen Winkelwerte und Umfangslängenwerte, über welche entsprechende Schneidkanten sich nach dem oben Gesagten vorzugsweise erstrecken sollten, gehen jedoch von jeweils (mindestens) einer sich über die Achse hinweg erstreckenden Schneide aus. Will man die Abschnitte dieser Schneide beiderseits der Achse als getrennte Schneiden ansehen, würden sich diese Winkelwerte und Umfangslängen entsprechend halbieren.

[0028] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, daß zumindest ein Teil der auf verschiedenen Kugeloberflächen liegenden Schneidkanten ineinander übergeht, wobei diese Übergänge durch Schneidecken gebildet werden, die mehr oder weniger stark gerundet sein können, die aber auch scharfkantig oder nahezu scharfkantig sein könnten. Der maximale Eckenradius derartiger Übergangsbereiche beträgt für eine Ausführungsform der Erfindung das 0,2-fache des Nennradius oder weniger, vorzugsweise haben diese Schneidecken bzw. Übergangsbereiche Radien von weniger als einem Zehntel des Nennradius und bis herunter zu einem Hundertstel des Nennradius. Wie erwähnt, sind auch scharfkantige Übergänge nicht ausgeschlossen, jedoch ist es aus Gründen der Stabilität der Schneidecken bevorzugt, wenn der Übergangsradius mindestens ein Hundertstel des Nennradius beträgt oder eine Abschrägung an dieser Stelle mindestens die Breite eines Hundertstels des Nennradius hat. Die Breite einer entsprechenden Abschrägung oder Fase kann ebenfalls bis zum 0,2-fachen des Nennradius betragen, ist jedoch vorzugsweise schmäler als ein Zehntel des Nennradius.

[0029] Bei einer Ausführungsform der Erfindung sind diametral gegenüberliegend zwei Mantelschneiden vorgesehen, die durch eine Stirnschneide miteinander verbunden werden, wobei am Übergang zwischen Stirnschneiden und Mantelschneiden jeweils Schneidecken mit dem erwähnten kleineren Eckenradius ausgebildet sind. Statt zwei können selbstver-

ständig auch vier (oder mehr) Mantelschneiden vorgesehen sein, die jeweils um etwa 90° (oder $360^\circ/n$, wobei n die Zahl der Mantelschneiden ist) relativ zueinander versetzt sind, wobei zusätzlich auch zwei (oder mehr) sich kreuzende Stirnschneiden vorgesehen sein können, welche die betreffenden Mantelschneiden miteinander verbinden, wobei allerdings eine der Stirnschneiden am Kreuzungspunkt mit der anderen im Bereich der Achse eine kurze Unterbrechung, z. B. in Form einer Ausspitzung, aufweisen könnte.

[0030] Wegen des vorwiegend lateralen (senkrecht zur Achse) Vorschubs eines solchen Kugelkopffräsers ist die genaue Ausbildung der Stirnschneiden im Zentrum, d. h. in der Nähe der Achse des Fräsers nur von geringer Bedeutung, da bei moderatem Zahnvorschub die Fläche vor der Achse bereits abgetragen ist, bevor die unmittelbar im Bereich der Achse liegenden Schneidkantenbereiche mit dem Werkstück in Eingriff kommen können und da der Vorschub auch teilweise axial rückwärts gerichtete Komponenten haben kann, die einen Kontakt der Stirnschneiden unmittelbar am Durchgang durch die Achse verhindern.

[0031] Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen und der dazugehörigen Figuren. Es zeigen:

[0032] Fig. 1 schematisch die Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Fräsers,

[0033] Fig. 2 die Seitenansicht einer zweiten Ausführungsform,

[0034] Fig. 3 die Seitenansicht einer dritten Ausführungsform,

[0035] Fig. 4 einen kompletten Fräser entsprechend der ersten Ausführungsform in einer Seitenansicht

[0036] Fig. 5 einen kompletten Fräser entsprechend der zweiten Ausführungsform in einer Seitenansicht, teilweise im Schnitt, und

[0037] Fig. 6 das Schneidteil einer Variante der dritten Ausführungsform in etwas vergrößerter Darstellung und ebenfalls im Schnitt.

[0038] Man erkennt in Fig. 1 einen Fräser mit einem Schaft 1 und einem Schneidteil 2 mit zwei diametral gegenüberliegende Schneidkanten 3a, 3b, welche jeweils auf einer Kugeloberfläche liegen, deren Kugelradius R_a , R_b größer als der Nennradius R , d. h. größer als der halbe maximale Durchmesser des

Schneidteils, gemessen senkrecht zur Achse 10, ist.

[0039] Zwei parallel zur Achse 10 verlaufende, strichpunktierte Linien, die von einer horizontalen Linie gekreuzt werden, markieren die Lage der Krümmungsmittelpunkte A bzw. B der jeweils auf der anderen Seite der Achse 10 gelegenen Schneidkanten 3a bzw. 3b. Da also die Krümmungsmittelpunkte A bzw. B von den ihnen jeweils zugeordneten Kugeloberflächen, auf welchen die Schneidkanten 3a bzw. 3b verlaufen, einen größeren Abstand haben als die Achse 10 des Fräsers, sind die Krümmungsradien R_a , R_b dementsprechend größer als der Nennradius R und im vorliegenden Fall um etwa 50% (oder etwas mehr) größer als der Nennradius R . Dieser Fräser Typ eignet sich im Wesentlichen zur Konturierung von Flächen, die mit nur relativ geringer Neigung oder parallel zur Achse des Fräsers verlaufen. Konkret sollte die Neigung entsprechender Flächen relativ zur Fräserachse nicht wesentlich mehr als die Neigung der Tangente an das stirnseitige Ende der Schneidkanten 3a, 3b betragen, um die dortigen Schneidecken nicht übermäßige zu belasten.

[0040] Fig. 2 zeigt einen Fräser Typ, der bezüglich der beiden Mantelschneiden 3a, 3b im wesentlichen mit dem Fräser Typ nach Fig. 1 übereinstimmt, der jedoch zusätzlich noch eine Stirnschneide 3c aufweist, die ebenfalls auf einer Kugeloberfläche liegt, deren Krümmungsmittelpunkt C wiederum eine andere Lage hat als die Krümmungsmittelpunkte A bzw. B der beiden Mantelschneiden 3a, 3b. Die Radien R_a , R_b und R_c sind in diesem Fall alle gleich, es wäre jedoch ohne weiteres möglich, insbesondere den Radius R_c kleiner oder größer zu wählen als die Radien R_a , R_b , die ihrerseits jedoch vorzugsweise übereinstimmen sollten. Der Übergang zwischen den Mantelschneiden 3a, 3b und der Stirnschneide 3c definiert in diesem Fall eine ausgeprägte Schneidecke, d. h. die in der Nähe dieser Schneidecke an die Stirnschneide und die Mantelschneide angelegten Tangenten haben eine unterschiedliche Steigung und der Übergang von der einen Schneide zur anderen erfolgt relativ abrupt mit einem sehr kleinen, fast verschwindenden Radius oder über eine kleine Abschrägung, deren Breite nicht mehr als ein Fünftel, besser höchstens ein Zehntel des Nennradius betragen sollte.

[0041] Die Krümmungsmittelpunkte A, B liegen in den dargestellten Ausführungsformen auf einer gemeinsamen Ebene senkrecht zur Achse 10, die den Schneidteil etwa in der axialen Mitte teilt. Es versteht sich jedoch, daß diese Ebene auch ohne weiteres nach oben oder unten verschoben werden kann, was im Ergebnis darauf hinausläuft, daß entweder oberhalb oder unterhalb dieser Ebene ein kürzerer (in etwa achsparallel verlaufender) Abschnitt der Mantelschneide verbleibt als auf der jeweils anderen Sei-

te.

[0042] Der in Fig. 3 dargestellte dritte Fräser typ hat wiederum die gleichen Mantelschneiden **3a**, **3b**, mit der gleichen Lage der Krümmungsmittelpunkte A, C, wie im Falle des erst- und zweitgenannten Typs und dieser Fräser hat auch wiederum eine Stirnschneide wie der zweite Typ, jedoch hat in diesem Fall die Stirnschneide einen stärker abgerundeten Übergang zu den Mantelschneiden, so daß die Steigung einer Tangente, die im Bereich des Übergangs an die Schneidkanten angelegt wird, sich beim Übergang von der Stirnschneide in die Mantelschneide und umgekehrt kontinuierlich verändert. Der Krümmungsradius r_e an diesem Übergang ist jedoch deutlich kleiner als einer der Radien R_a , R_b oder R_c und ist insbesondere auch kleiner als der Nennradius R, wobei Werte von weniger als 20% oder besser noch höchstens 10% des Nennradius R für diesen Übergangsradius r_e bevorzugt sind.

[0043] In Fig. 4 erkennt man nochmals einen Fräser typ, der dem in Fig. 1 dargestellten ähnlich ist, mit einem komplett dargestellten Schaft 1. Der Krümmungsradius R_a ist, wie man erkennt, um ca. 70 % größer als der Nennradius R. Alle Schneiden liegen auf eine Rotationsfläche um die Achse 10, die in einer die Achse enthaltenden Ebene die Krümmung R_a ($= R_e$) aufweist, während der maximale Rotationsradius dieser Fläche dem Radius R entspricht.

[0044] Fig. 5 zeigt einen Fräser des zweiten Typs, d. h. mit einer ausgeprägten Schneidecke, die nahezu scharfkantig ist bzw. einen sehr kleinen Übergangsradius in der Größenordnung von $1/100 R$ zu einer Stirnschneide **3c** aufweist, die denselben Krümmungsradius hat wie die Mantelschneiden, jedoch einen anderen Krümmungsmittelpunkt der auf der Achse 10 liegt. Auch hier sind die Krümmungsradien der Schneiden um etwa 70% größer als der Nennradius.

[0045] Fig. 6 zeigt eine Ausführungsform des dritten Typs, die sich in diesem Fall nicht nur durch einen etwas größeren Übergangsradius der Schneidecke (z. B. $r_e = 1/10 R$) von der Ausführungsform des zweiten Typs nach Fig. 5 unterscheidet, sondern auch durch den im Verhältnis zum Nennradius R noch deutlich größeren Krümmungsradius (z. B. $R_a = R_b = R_c = \text{ca. } 4R$) als im Falle des in Fig. 2 dargestellten Fräasers. Das Schneidteil ist, wie auch in Fig. 5, hier im Schnitt dargestellt, so daß man im Zentrum den schraffiert dargestellten Kern des Fräasers erkennt, während die äußere durchgezogene Linie, die Einhüllende bzw. die Lage der Mantelschneiden **3a**, **3b** definiert.

[0046] Es versteht sich, daß ein entsprechender Kugelkopffräser im Prinzip eine beliebige Anzahl von Mantelschneiden aufweisen kann, die vorzugsweise

in etwa symmetrisch zur Achse, d. h. unter im wesentlichen gleichen Umfangswinkelabständen angeordnet sein sollen. Im einfachsten Fall weist der erfindungsgemäße Fräser entweder nur zwei Mantelschneiden oder eine Mantelschneide und eine Stirnschneide auf, wobei es ausreichen würde, wenn die Stirnschneide sich nur auf einer Seite der Achse bis zu der betreffenden Mantelschneide erstreckt. Bevorzugt sind jedoch Kugelkopffräser mit mindestens zwei diametral gegenüberliegend angeordneten Schneiden oder Fräser mit einer noch größeren Zahl von Mantelschneiden **3a**, **3b**, die alle auf derselben einhüllenden Rotationsoberfläche liegen, die auch als „Faßform“ beschrieben werden könnte. Die Stirnschneiden sind nicht in allen Ausführungsformen zwingend vorhanden, jedoch sind für die meisten Anwendungsfälle entsprechende Fräser mit Stirnschneiden bevorzugt, wobei gemäß einer Variante jeder Mantelschneide eine Stirnschneide zugeordnet ist, die sich näherungsweise bis zum Zentrum bzw. bis zur Achse 10 erstreckt und wobei die betreffende Stirnschneide und die Mantelschneide an ihrem Übergang jeweils eine Schneidecke definieren. Allerdings kann die Zahl der Mantelschneiden auch größer oder kleiner sein als die Zahl etwaiger Stirnschneiden, wobei letzteres etwas weniger bevorzugt ist. Beispielsweise kann die Zahl der Mantelschneiden doppelt so groß gewählt werden wie die Zahl der Stirnschneiden, wobei dann höchstens jeder zweiten Mantelschneide eine entsprechende Stirnschneide zugeordnet werden kann.

[0047] Die Krümmungsradien R_a , R_b der Mantelschneiden können von den Krümmungsradien R_c der Stirnschneiden ohne weiteres verschieden sein, auch wenn beide jeweils größer sind als der Nennradius R.

[0048] Da der erfindungsgemäße Kugelkopffräser Schneidkanten mit relativ großen Radien hat, sind die Rauhtiefen bei gegebener Zeilenbreite und gegebenem Zahnvorschub entsprechend gering (Solange die Zeilenbreite und der Zahnvorschub geringer sind als der Nennradius). Gleichzeitig ist aber der Durchmesser bzw. Nennradius eines solchen Fräasers deutlich kleiner als der eines herkömmlichen Kugelkopffräasers, dessen Nennradius mit dem Radius der Kugeloberflächen übereinstimmt, auf welchen die Schneidkanten verlaufen. Dies ermöglicht auch das Herstellen wesentlich feinerer Konturen mit konkaven Krümmungsradien, die deutlich kleiner sind als der Radius der Mantelschneiden **3a**, **3b** und der Stirnschneide **3c**, wobei zur Herstellung dieser engeren konkaven Krümmungsradien die Schneidecken bzw. der Übergangsbereich zwischen den Stirnschneiden und Mantelschneiden zum Einsatz kommt.

[0049] Der erfindungsgemäße Fräser erzeugt außerdem bei gleicher Zerspanungsleistung eine bes-

sere Oberflächenqualität (geringere Rauhtiefe) am Werkstück als ein herkömmlicher Kugelpfäßer oder er erbringt bei gleicher Rauhtiefe eine bessere Zerspanungsleistung durch größere Zeilenbreite und/oder größeren Zahnvorschub. Bei Verzicht auf jeweils maximale Zerspanungsleistung oder minimale Rauhtiefe können auch beide Leistungsparameter gleichzeitig gegenüber herkömmlichen Kugelpfäßern verbessert werden.

Patentansprüche

1. Kugelpfäßer mit einem Schaft (1) und einem Schneidteil (2), welches mindestens eine auf einer Kugelfläche liegende Schneidkante aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens eine Schneidkante (3a, 3b), die sich im Mittel überwiegend in achsparalleler Richtung am Umfang des Schneidteils des Fräasers erstreckt, auf einer Kugelfläche verläuft, deren Mittelpunkt (A, B), von der Schneidkante aus gesehen, jenseits der Fräserachse (10) liegt.
2. Kugelpfäßer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schneidteil mindestens zwei Schneidkanten (3a, 3b, 3c) aufweist, die auf jeweils mindestens zwei verschiedenen Kugelflächen liegen, deren Radius (R_a , R_b und R_c) größer als der Nennradius (R) ist.
3. Kugelpfäßer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Radius (R_a , R_b und R_c) der Kugelflächen mindestens das 1,1-fache des Nennradius, vorzugsweise mindestens das 1,3-fache des Nennradius beträgt.
4. Kugelpfäßer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Radius (R_a , R_b und R_c) der Kugelflächen jeweils maximal das 10-fache, vorzugsweise maximal das 5-fache des Nennradius beträgt.
5. Kugelpfäßer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Schneidkanten (3a, 3b, 3c) auf ihren jeweiligen Kugelflächen über einen Winkelsektor von mindestens 30°, vorzugsweise mindestens 40°, erstrecken.
6. Kugelpfäßer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Schneidkanten (3a, 3b, 3c) auf ihren jeweiligen Kugelflächen über einen Winkelsektor von maximal 120°, vorzugsweise maximal 90°, erstrecken.
7. Kugelpfäßer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge jeder der Schneidkanten (3a, 3b, 3c) mindestens 40% des Nennradius, vorzugsweise mindestens dem 0,8-fachen des Nennradius entspricht.
8. Kugelpfäßer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Umfangslänge der Schneidkanten (3a, 3b, 3c) auf der Kugelfläche maximal das 2,5-fache, vorzugsweise maximal das 2-fache und insbesondere nicht mehr als das 1,8-fache des Nennradius (R) beträgt.
9. Kugelpfäßer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, welcher mindestens eine Schneide (3a, 3b) aufweist, die über ihre Länge hinweg gemittelt im wesentlichen in axialer Richtung verläuft (Mantelschneide), deren Krümmungsmittelpunkt (A, B) auf der der Schneide (3a, 3b) in bezüglich der Achse (10) entgegengesetzt liegenden Seite liegt.
10. Kugelpfäßer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Schneidteil (2) mindestens eine Schneide (3c) aufweist, die über ihre Länge gemittelt im wesentlichen senkrecht zur Achse verläuft (Stirnschneide), und deren Krümmungsmittelpunkt (C) auf der Achse (10) liegt oder innerhalb eines Abstandes von höchstens einem Zehntel des Nennradius von der Achse (10) beabstandet ist.
11. Kugelpfäßer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil der Schneiden kontinuierlich ineinander übergeht.
12. Kugelpfäßer nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang zwischen ineinander übergehenden Schneiden über eine Schneidecke erfolgt.
13. Kugelpfäßer nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneidecke durch eine Fase abgeschrägt ist.
14. Kugelpfäßer nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Fase eine Breite hat, die zwischen 1/100 und 1/5 des Nennradius liegt.
15. Kugelpfäßer nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneidecke einen Übergangsradius (r_e) hat, der höchstens das 0,2-fache des Nennradius (R) beträgt.
16. Kugelpfäßer nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergangsradius (r_e) kleiner als ein Zehntel, vorzugsweise kleiner als ein Zwanzigstel des Nennradius (R) ist.
17. Kugelpfäßer nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergangsradius (r_e) größer als ein Hundertstel des Nennradius (R) ist.
18. Kugelpfäßer nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Fräser min-

destens zwei Mantelschneiden (3a, 3b) und mindestens eine Stirnschneide (3c) aufweist, die symmetrisch zur Achse (10) des Fräasers verläuft.

19. Kugelkopffräser nach Anspruch 9 oder einem der darauf rückbezogenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnschneide (3c) durch die Achse (10) verläuft, wobei die Richtung, in welche die Spanfläche der Stirnschneide (3c) weist, beim Durchtritt der Stirnschneide (3c) durch die Achse (10) wechselt.

20. Kugelkopffräser nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehr Stirnschneiden vorgesehen sind, die, ausgehend von einer Schneidecke, am Übergang zu einer Mantelschneide (3a, 3b) sich in Richtung der Achse erstrecken, wobei vorzugsweise mindestens eine der Schneiden bis an die Achse (10) heranreicht und wobei die beiden Stirnschneiden (3c) auf derselben Kugeloberfläche liegen.

21. Kugelkopffräser nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaft (1) einen Radius (R_s) hat, der kleiner ist als der durch den maximalen Radius des Schneidteils (2) definierte Nennradius.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

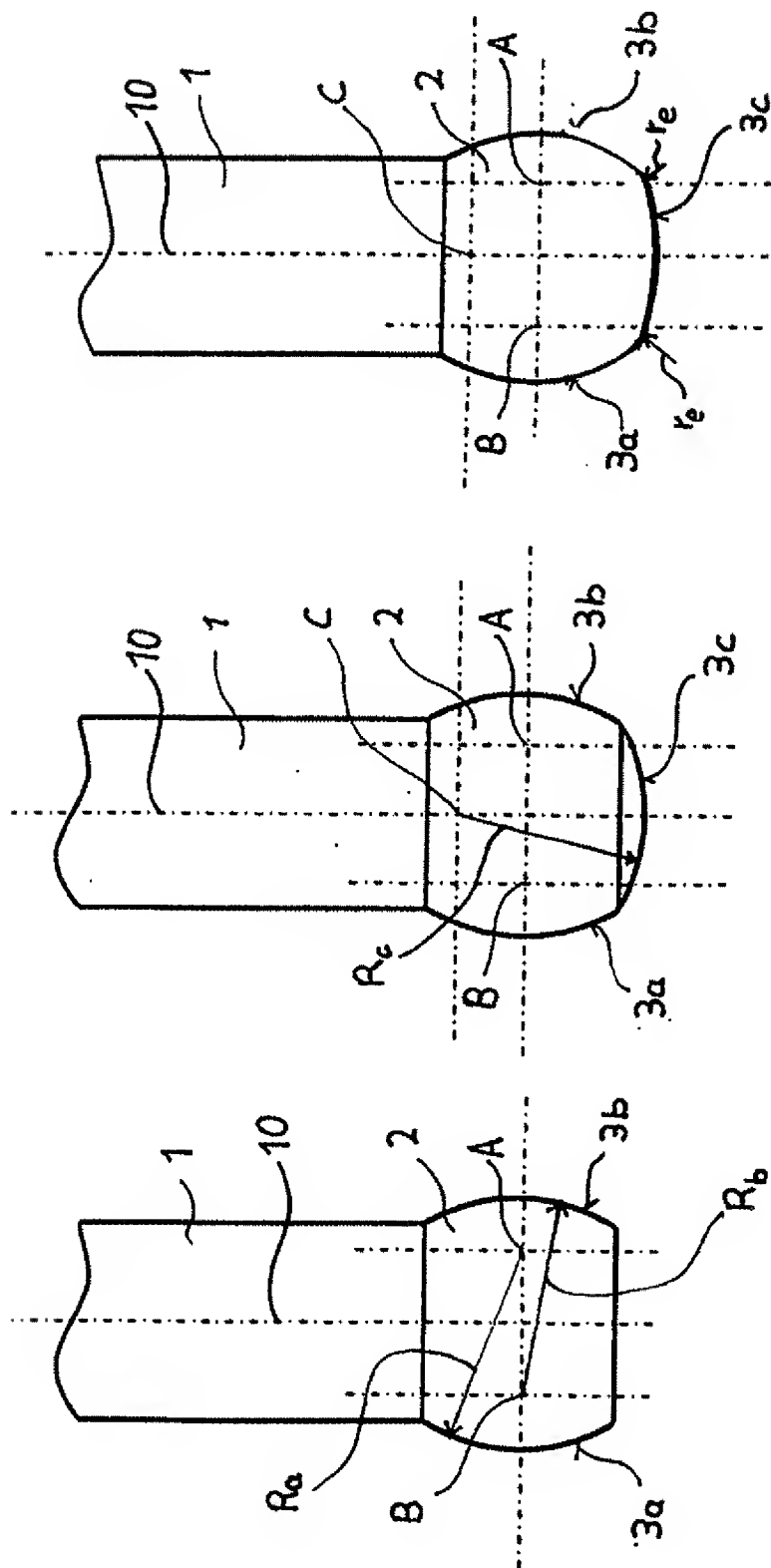


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

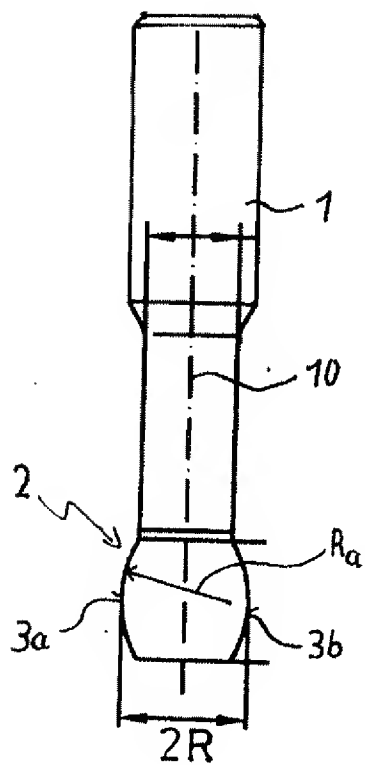


Fig. 4

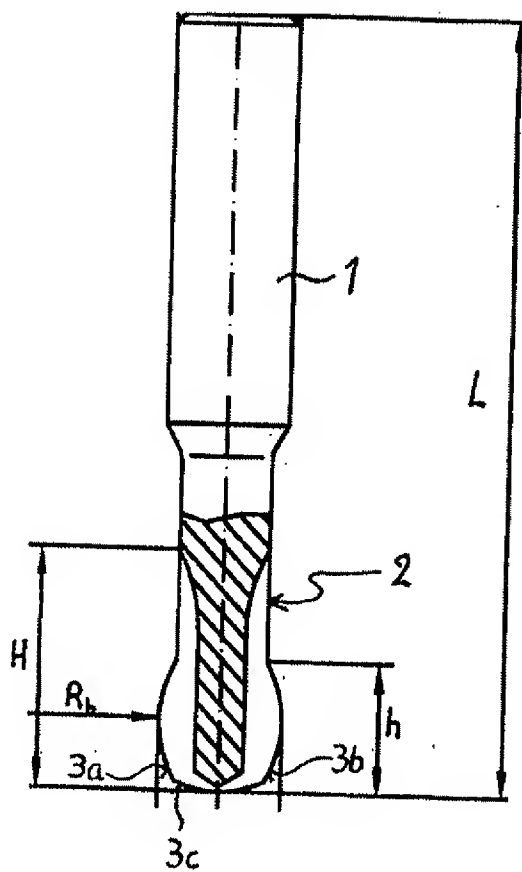


Fig. 5

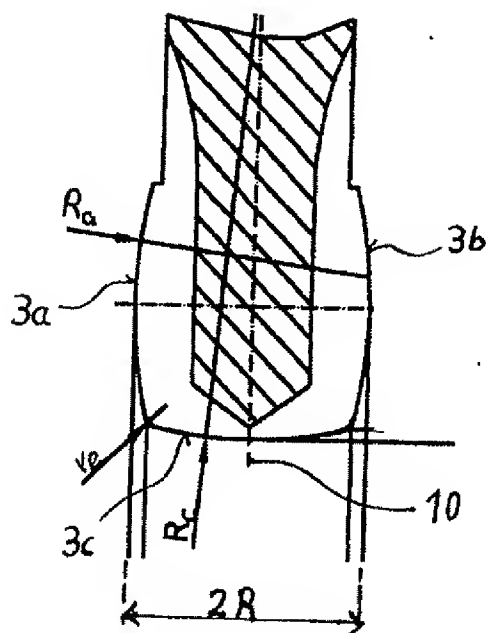


Fig. 6